



به نام خدا

آنچه مهندسان ماشینری باید بدانند کمپرسورهای رفت و برگشتی

مؤلف:

مهندس اصغر اسکندرلو



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: آنچه مهندسان ماشینری باید بدانند

کمپرسورهای رفت و برگشتی

◀ مولف: اصغر اسکندرلو

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: نرگس مهرید

◀ صفحه آرای: فرنوش عبدالحی

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۱

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۵۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۵۳۱-۲

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱-تلفن: ۶۶۴۱۰۰۴۶-۲۲۰۸۵۱۱۱

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

سرشناسه: اسکندرلو، اصغر، ۱۳۶۴-

عنوان و نام پدیدآور: کمپرسورهای رفت و برگشتی /

مولف: اصغر اسکندرلو؛

ویراستار: نرگس مهرید.

مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۱

مشخصات ظاهری: ۲۷۶ ص: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۵۳۱-۲

وضعیت فهرست نویسی: فبا یادداشت: کتابنامه: ۲۷۶

یادداشت: بالای عنوان: آنچه مهندسان ماشینری باید بدانند.

یادداشت: عنوان دیگر: آنچه مهندسان ماشینری باید

بدانند: کمپرسورهای رفت و برگشتی.

موضوع: کمپرسورها Compressors

رده بندی کنگره: ۹۹۰ TJ

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۵۱

شماره کتابشناسی ملی: ۸۸۰۹۹۲۶

نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran_publishing نشانی تلگرام: @mftbook

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

فهرست مطالب

فصل اول / معرفی انواع کمپرسورها، استانداردها و کتب مرجع ۹

- ۱-۱- اهمیت تجهیزات دوار ۱۰
- ۲-۱- تقسیم‌بندی کلی تجهیزات دوار ۱۰
- ۳-۱- دسته‌بندی کلی اجزای تشکیل‌دهنده کمپرسورها ۳۲
- ۴-۱- تقسیم‌بندی کمپرسورها ۳۳
- ۵-۱- معرفی استانداردها و کتب مرجع ۴۰
- ۶-۱- کدها و استانداردهای مرجع مورد استفاده برای کمپرسورها ۴۳
- ۷-۱- وجود یا عدم وجود سیستم نشت‌بند در کمپرسورها ۵۲
- ۸-۱- کاربردهای صنعتی کمپرسورها ۵۳
- ۹-۱- راهنمای انتخاب اولیه کمپرسورهای رایج ۵۶
- ۱۰-۱- نگاه اجمالی به اجزای تشکیل‌دهنده کمپرسورهای رفت و برگشتی ۵۹

فصل دوم / مفاهیم بنیادی ۶۴

- ۱-۲- حرکت نوسانی ۶۶
- ۲-۲- حرکت دایره‌ای ۶۸
- ۳-۲- ارتباط میان حرکت دایره‌ای و حرکت نوسانی ۷۱
- ۴-۲- نمودار مکان بر حسب زمان (مکان-زمان) در حرکت نوسانی ۷۶
- ۵-۲- معادلات جانبی حرکت نوسانی ساده ۷۸
- ۶-۲- مکانیزم حرکت و عملکرد مکانیکی کمپرسور رفت و برگشتی ۷۹
- ۷-۲- محاسبه دبی حجمی در کمپرسور رفت و برگشتی ۸۱
- ۸-۲- مفهوم مقاومت مدار ۸۶
- ۹-۲- تبدیل آحاد در معادلات فیزیکی ۹۰
- ۱۰-۲- روش‌های مختلف محاسبه تغییرات پارامترهای فیزیکی ۹۰

فصل سوم / بازتاب امواج، نبض و مطالعات ضربه‌گیری ۹۳

- ۱-۳- محیط کشسان و تعریف موج ۹۴
- ۲-۳- انواع موج و چشمه موج ۹۵

۳-۳- طبقه‌بندی شکل امواج.....	۹۷
۳-۴- بازتاب امواج.....	۹۹
۳-۵- نبض.....	۱۰۰
۳-۶- مخزن ضربه‌گیر.....	۱۰۳
فصل چهارم / ترمودینامیک کاربردی و روش‌های کنترل ظرفیت..... ۱۲۰	
۴-۱- مسیر ترمودینامیکی گاز در کمپرسور رفت و برگشتی.....	۱۲۱
۴-۲- سرعت گاز در شیرهای یک‌طرفه و پارامتر VALVE LIFT.....	۱۲۲
۴-۳- روش‌های کنترل ظرفیت.....	۱۲۸
فصل پنجم / ترمودینامیک کاربردی و راندمان..... ۱۳۷	
۵-۱- ترمودینامیک کاربردی.....	۱۳۸
۵-۲- راندمان کلی کمپرسور.....	۱۵۶
فصل ششم / کمپرسورهای رفت و برگشتی چند مرحله‌ای..... ۱۶۴	
۶-۱- محدودیت دما.....	۱۶۶
۶-۲- قضیه کار بهینه.....	۱۶۷
۶-۳- محدودیت نوسان فشار.....	۱۶۷
۶-۴- محدودیت نیروی وارده بر میل - پیستون.....	۱۶۸
فصل هفتم / شناخت اجزای تشکیل‌دهنده کمپرسورهای رفت و برگشتی..... ۱۷۳	
۷-۱- آشنایی با اجزای تشکیل‌دهنده کمپرسورهای رفت و برگشتی.....	۱۷۶
۷-۲- کوپلینگ.....	۲۱۳
۷-۳- محافظ کوپلینگ.....	۲۲۱
۷-۴- شاسی.....	۲۲۳
فصل هشتم / تست و بازرسی کمپرسورهای رفت و برگشتی..... ۲۲۶	
۸-۱- معرفی انواع تست‌های کمپرسورهای رفت و برگشتی.....	۲۲۸
فصل نهم / سیستم‌های جانبی و مازول‌های کاربردی..... ۲۴۵	
۹-۱- مازول‌های کاربردی در کمپرسورهای رفت و برگشتی.....	۲۴۶
فهرست منابع و مراجع..... ۲۷۶	

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند
خواسته‌های به‌روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست دارید تألیف "جناب آقای مهندس اصغر اسکندرلو" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
dibagaran@mftplus.com

زندگی به حقیقت ظلمت است؛ مگر شور و شوق در میان باشد. شور و شوق کور و بی هدف است؛ مگر دانش در میان باشد. دانش پوچ و بی حاصل است؛ مگر کار در میان باشد و کار تهی و بی جان است؛ مگر عشق در میان باشد.

اگر نمی توانی با عشق کار کنی،

اگر بزم ملاست و سیراری کاری از تو بر نمی آید،

بہتر است کار خود را ترک کنی، در کوچه و خیابان. نشینی و صدقات کسانی را که با عشق کار می کنند،

بپذیری!

زیرا اگر بی عشق پخت کنی، نانی تلخ از تنور به در خواهد آمد، که کرسنه را نیم سیر کند.

اگر با صدای فرشتگان آواز بخوانی و تورابه آن آواز عشقی نباشد، گوش آدمیان را آشفته می کنی...

برگرفته از کتاب پیامبر

نوشته جبران خلیل جبران

❖ مقدمه مولف

شعری هست پُر مضمون که بر اساس معنای آن باید هر تکاملی را آهسته و پیوسته طی نمود؛ اما گاهی نیاز است تا حرکت انجام شده به سرعت و البته متصل انجام شود؛ چون در غیر این صورت ممکن است دیگر نتوان به آن هدف (به دلیل محدودیت‌های بیرونی و یا درونی) دست یافت. به کلامی دیگر باید چابک عمل نمود تا فرصت در اختیار نیز از دست نرود.

در این راستا و در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ منطق یادشده را مد نظر قرار دادم و سعی کردم تا به دو مبحث از مهم‌ترین و در عین حال پُر کاربردترین تجهیزات دنیای ماشینری (یعنی پمپ‌ها و کمپرسورهای سانتریفیوژ) رسیدگی نمایم و دو اثر را در زمینه‌های یادشده به رشته تحریر درآورم. البته پس از گذشت کم‌تر از ده ماه و به علت استقبال بی‌نظیر شما خوانندگان گرانقدر تصمیم بر آن شد تا اولین بازنگری کتاب پمپ‌های سانتریفیوژ عرضه شود و در فاصله اندکی ویرایش اول کتاب کمپرسورهای سانتریفیوژ نیز خدمت شما عزیزان تقدیم گردد.

این بار نیز در تلاشی دوباره، تصمیم گرفتم تا در باب کمپرسورهای رفت و برگشتی قلم بزنم که امیدوارم مقبول نظر خوانندگان گرانقدرش قرار گیرد. اما علت انتخاب این موضوع چیست؟!

کمپرسور رفت و برگشتی به عنوان پدرسالار^۱ خانواده کمپرسورها شناخته می‌شود؛ چرا که نخستین کمپرسورهای مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و نیز سایر صنایع وابسته از نوع رفت و برگشتی بود و این محبوبیت تا اوایل ۱۹۵۰ میلادی ادامه داشت. استهلاک، تعمیرات و هزینه نگهداری بالا در کنار ورود کمپرسورهای سانتریفیوژ با قابلیت انتقال دبی جرمی بالاتر به تدریج از محبوبیت نوع رفت و برگشتی کاست و این روند تا اواسط ۱۹۷۰ میلادی ادامه یافت.

پیشرفت‌های جدید در تکنولوژی ساخت کمپرسورهای رفت و برگشتی، افزایش قابلیت اطمینان و امکان افزایش انتقال دبی جرمی در کنار توانایی غیرقابل انکار آن در ایجاد نسبت فشار بالاتر در مقایسه با نوع سانتریفیوژ، زور آزمایی و رقابت این دو نماینده از کمپرسورهای دینامیکی و جابه‌جایی مثبت را از اواسط دهه ۹۰ میلادی وارد مرحله جدیدی نمود.

اما در این میان حساسیت اندک کمپرسور رفت و برگشتی در برابر تغییرات جرم مولکولی (تا ۷۰ درصد) در مقایسه با کمپرسور سانتریفیوژ غیرقابل رقابت بود و هست! کمپرسورهای مورد استفاده در پلنت‌های گازی LPG^۲ را (به عنوان آغازگر فرآیند) می‌توان به عنوان یکی از نمونه‌های کاربردی استفاده از کمپرسورهای رفت و برگشتی (به دلیل امکان تغییر جرم مولکولی گاز ورودی در شرایط مختلف عملیاتی) برشمرد.

^۱ Patriach

^۲ Liquefied Petroleum Gas

امیدوارم مجموعه حاضر، بخشی دیگری از مباحثی را که مهندسان ماشینری باید بدانند، به نحوی شایسته تحت پوشش قرار دهد.

به رسم گذشته، نخست این کتاب را به مادر مهربان، فرزانه، دانشمند و یگانه استاد اخلاقم تقدیم می‌کنم که همواره و پیوسته در پرتو شمع وجودش ره‌جُستم و می‌جویم. بدون تردید، سختی‌های طی نمودن این مسیر دشوار تنها با راهنمایی‌های ارزشمند ایشان آسان نمود و به راستی که کلام در سپاسگزاری از زحمات و صبر بی‌پایانش ناتوانند!

دوم این اثر را به روح پدر بزرگوارم که این روزها نبودش را بیش از پیش احساس می‌کنم، تقدیم می‌نمایم. در پایان، از یکایک اعضای جامعه بزرگ صنعت و دانشگاه که با حمایت‌های معنوی خود مرا در نیل به اهداف کتاب حاضر یاری نمودند، قدردانی می‌نمایم. شخصاً پیوند اصولی و ارتباط نزدیک این دو مجموعه را یکی از نیازهای اساسی کشور در تمام صنایع می‌دانم، که امید دارم به سرعت محقق شود.

دیگر بر کسی پوشیده نیست که سری کتاب‌های «آنچه مهندسان ماشینری باید بدانند» بر اساس این هدف (پیوند اصولی میان صنعت و دانشگاه) پایه‌ریزی شده‌است و با یاری پروردگار متعال و همفکری ارزشمند فعالان صنعت ماشینری و صنایع وابسته به خصوص در کشور عزیزمان، به تکامل و به‌روزرسانی خود ادامه خواهد داد. بدون تردید شما بزرگواران با ارسال نکات و نظرات گرانبه‌ای خود از طریق پست الکترونیکی به آدرس A.ESKANDARLU@GMAIL.COM در لذت ناشی از این هم‌آفرایی سهیم خواهید بود.

امیدوارم این کتاب نیز برای تمام دانش‌پژوهان و علاقه‌مندان به این صنعت پویا و هیجان‌انگیز، یک فرصت کوچک برای ایجاد تغییرات بزرگ باشد و از همه شما می‌خواهم تا با عشق و علاقه سیلابی بسازید، که هیچ مانعی نتواند سد راه موفقیت‌تان شود.

دوستدار شما

اصغر اسکندرلو

تهران، ۱۴۰۰/۱۰/۱۰